

METHOD FOR MANUFACTURING CORROSION RESISTANT HEAT EXCHANGER

Patent number: JP2002028775

Publication date: 2002-01-29

Inventor: MAEDA AKIHIRO; SAKAMOTO ZENJI; OBAYASHI SHINKICHI; KAJIKAWA SHUNJI

Applicant: DENSO CORP

Classification:

- international: B23K1/00; B23K1/19; B23K1/20; F28D1/06; F28F9/02

- european:

Application number: JP20010057725 20010302

Priority number(s):

Also published as:



EP1153690 (A1)

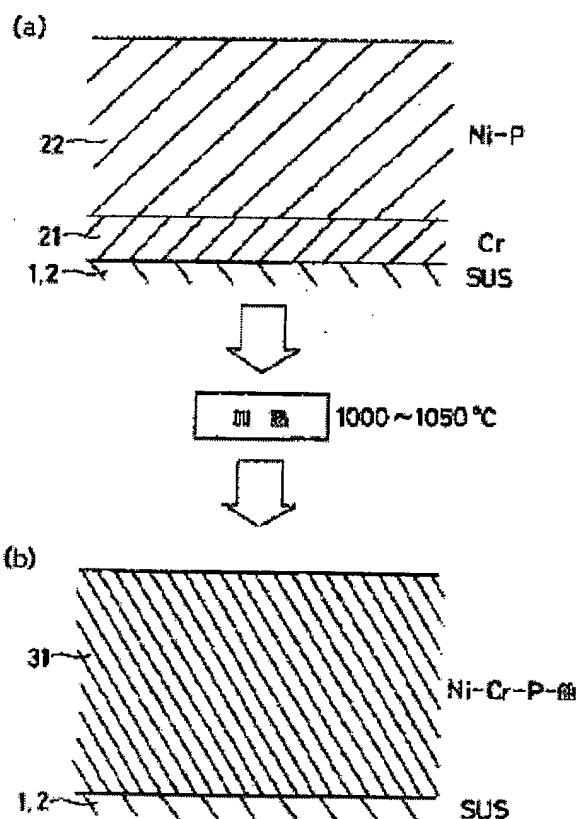
US2001047861 (A1)

JP2002028775 (A)

Abstract of JP2002028775

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for manufacturing an inexpensive, highly corrosion resistant heat exchanger formed of stainless steel.

SOLUTION: A chromium brazing filler metal layer 21 is formed after applying the Cr electroplating of a plating thickness of 15 μ m on both end faces of first and second forming stainless steel plates 1 and 2 alternately stacked on each other in the thickness direction, and then a nickel brazing filler metal layer 22 is formed after applying the Ni-P plating of a plating thickness of 35 μ m on the chromium brazing filler metal layer 21. The highly corrosion resistant heat exchanger is manufactured by applying the integral brazing with the chromium brazing filler metal layer 21 and the nickel brazing filler metal layer 22 interposed between the first and second forming plates 1 and 2. A highly corrosion resistant brazing filler metal 31 having an alloy composition consisting of Ni-Cr28-P8, etc., is obtained on both end faces of the first and second forming plates 1 and 2. A fine metal structure in the highly corrosion resistant brazing filler metal 31 can be realized, and generation of cracks in the interface of the metal structure can be reduced.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-28775
(P2002-28775A)

(43) 公開日 平成14年1月29日 (2002.1.29)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ポート* (参考)
B 2 3 K 1/00	3 3 0	B 2 3 K 1/00	3 3 0 H 3 L 1 0 3
		1/19	J
		1/20	F
F 2 8 D 1/06		F 2 8 D 1/06	Z
F 2 8 F 9/02	3 0 1	F 2 8 F 9/02	3 0 1 A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-57725(P2001-57725)

(22) 出願日 平成13年3月2日 (2001.3.2)

(31) 優先権主張番号 特願2000-136693(P2000-136693)

(32) 優先日 平成12年5月10日 (2000.5.10)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 前田 明宏

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72) 発明者 坂本 善次

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100080045

弁理士 石黒 健二

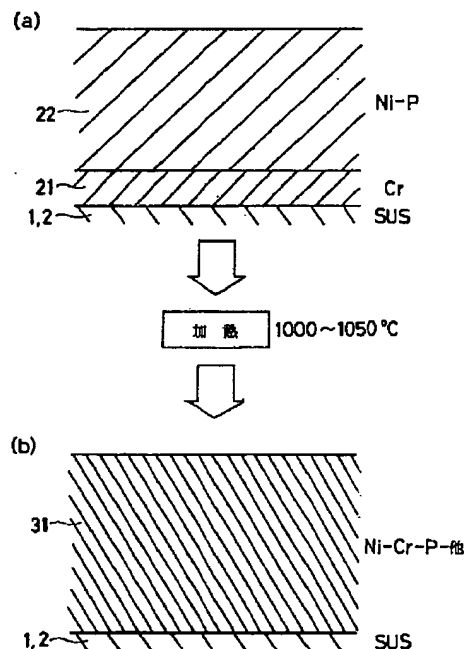
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐腐食性熱交換器の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 ステンレス鋼よりなる安価な高耐腐食性熱交換器の製法を提供する。

【解決手段】 板厚方向に複数交互に積層されるステンレス鋼よりなる各第1、第2成形プレート1、2の両端面に15 μ mの鍍金厚さの電気Cr鍍金してクロム系ろう材層21を形成した後に、そのクロム系ろう材層21上に35 μ mの鍍金厚さのNi-P鍍金を施してニッケル系ろう材層22を形成する。そして、各第1、第2成形プレート1、2間にクロム系ろう材層21およびニッケル系ろう材層22を介在した状態で一体ろう付け接合することによって高耐腐食性熱交換器を製造する。これにより、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にNi-Cr28-P8-他の合金組成を含有する高耐食ろう材31が得られる。また、高耐食ろう材31中の金属組織の微細化を実現でき、金属組織の界面の亀裂の発生を低減できるようになった。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材がろう付け接合され、前記各第1、第2接合部材のろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒されるろう接構造のろう接合方法であって、

(a) 前記各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材のろう接合部にクロム鍍金を施すことで、前記一方の接合部材のろう接合部にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記各第1、第2接合部材のろう接合部に前記クロム系ろう材層および前記ニッケル系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記各第1、第2接合部材をろう付け接合する第3工程とを備えたことを特徴とするろう接構造のろう接合方法。

【請求項2】ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材がろう付け接合され、前記各第1、第2接合部材のろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒されるろう接構造のろう接合方法であって、

(a) 前記各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材のろう接合部にクロム鍍金を施すことで、前記一方の接合部材のろう接合部にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記ニッケル系ろう材層の上に銅鍍金を施すことで、前記ニッケル系ろう材層上に銅系ろう材層を形成する第3工程と、

(d) 前記各第1、第2接合部材のろう接合部に前記クロム系ろう材層、前記ニッケル系ろう材層および前記銅系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記各第1、第2接合部材をろう付け接合する第4工程とを備えたことを特徴とするろう接構造のろう接合方法。

【請求項3】請求項1または請求項2に記載のろう接構造のろう接合方法において、

前記各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材とは、内部を熱交換媒体が流れるステンレス鋼よりなるハウジング、

あるいはこのハウジングの内部に配されるステンレス鋼よりなる流体流路管、

あるいはこの流体流路管の内部に配されるステンレス鋼よりなるインナーフィン、

あるいは前記流体流路管の一端部が接続されるステンレス鋼よりなるコアプレート、

あるいはこのコアプレートとの間にタンク室を形成する

ステンレス鋼よりなるタンクプレートのうちいずれか1つ以上であることを特徴とするろう接構造のろう接合方法。

【請求項4】ステンレス鋼よりなるハウジングと、このハウジング内に配されるステンレス鋼よりなる流体流路管と、この流体流路管内に配されるステンレス鋼よりなるインナーフィンとを備えた耐腐食性熱交換器であって、

前記ハウジングまたは前記流体流路管よりなる第1接合部材と前記流体流路管または前記インナーフィンよりなる第2接合部材とがろう付け接合され、前記各第1、第2接合部材のろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器の製造方法において、

(a) 前記各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材のろう接合部にクロム鍍金を施すことで、前記一方の接合部材のろう接合部にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記各第1、第2接合部材のろう接合部に前記クロム系ろう材層および前記ニッケル系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記各第1、第2接合部材をろう付け接合する第3工程とを備えたことを特徴とする耐腐食性熱交換器の製造方法。

【請求項5】ステンレス鋼よりなるハウジングと、このハウジング内に配されるステンレス鋼よりなる流体流路管と、この流体流路管内に配されるステンレス鋼よりなるインナーフィンとを備えた耐腐食性熱交換器であって、

前記ハウジングまたは前記流体流路管よりなる第1接合部材と前記流体流路管または前記インナーフィンよりなる第2接合部材とがろう付け接合され、前記各第1、第2接合部材のろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器の製造方法において、

(a) 前記各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材のろう接合部にクロム鍍金を施すことで、前記一方の接合部材のろう接合部にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記ニッケル系ろう材層の上に銅鍍金を施すことで、前記ニッケル系ろう材層上に銅系ろう材層を形成する第3工程と、

(d) 前記各第1、第2接合部材のろう接合部に前記クロム系ろう材層、前記ニッケル系ろう材層および前記銅系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記各第

1、第2接合部材をろう付け接合する第4工程とを備えたことを特徴とする耐腐食性熱交換器の製造方法。

【請求項6】ステンレス鋼よりなる第1成形プレートとステンレス鋼よりなる第2成形プレートとを積層し、前記各第1、第2成形プレート間に、内部を腐食性流体が流れる流体通路を形成する流体流路管を備えた耐腐食性熱交換器であって、

前記各第1、第2成形プレートがろう付け接合され、前記各第1、第2成形プレートのろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器の製造方法において、

(a) 前記各第1、第2成形プレートのうちの少なくとも一方の成形プレートのろう接合部上にクロム鍍金を施すことで、前記一方の成形プレートのろう接合部上にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記各第1、第2成形プレートのろう接合部間に前記クロム系ろう材層および前記ニッケル系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記第1、第2成形プレートをろう付け接合する第3工程とを備えたことを特徴とする耐腐食性熱交換器の製造方法。

【請求項7】ステンレス鋼よりなる第1成形プレートとステンレス鋼よりなる第2成形プレートとを積層し、前記各第1、第2成形プレート間に、内部を腐食性流体が流れる流体通路を形成する流体流路管を備えた耐腐食性熱交換器であって、

前記各第1、第2成形プレートがろう付け接合され、前記各第1、第2成形プレートのろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器の製造方法において、

(a) 前記各第1、第2成形プレートのうちの少なくとも一方の成形プレートのろう接合部上にクロム鍍金を施すことで、前記一方の成形プレートのろう接合部上にクロム系ろう材層を形成する第1工程と、

(b) 前記クロム系ろう材層の上にニッケル-リン鍍金を施すことで、前記クロム系ろう材層上にニッケル系ろう材層を形成する第2工程と、

(c) 前記ニッケル系ろう材層の上に銅鍍金を施すことで、前記ニッケル系ろう材層上に銅系ろう材層を形成する第3工程と、

(d) 前記各第1、第2成形プレートのろう接合部間に前記クロム系ろう材層、前記ニッケル系ろう材層および前記銅系ろう材層を介在させた状態で、少なくとも前記ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、前記各第1、第2成形プレートをろう付け接合する第4工程とを備えたことを特徴とする耐腐食性熱交換器の製造方法。

【請求項8】ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材がろう付け接合され、前記各第1、第2接合部材のろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒されるろう接構造のろう接合方法であって、

前記各第1、第2接合部材のろう接合部間には、ニッケル-クロム-リンを含有するろう材層が介在していることを特徴とするろう接構造。

【請求項9】請求項8に記載のろう接構造において、前記ろう材層は、銅を含有することを特徴とするろう接構造。

【請求項10】耐食性に優れたステンレス鋼製の成形プレートをその板厚方向に複数枚積層し、隣接する2枚の成形プレートの間に腐食性流体が流れる流体通路を形成する流体流路管を備え、前記流体流路管を複数積層してなる耐腐食性熱交換器であって、前記複数枚の成形プレートは、ニッケル-クロム-リンを含有するろう材層を介してろう付け接合されていることを特徴とする耐腐食性熱交換器。

【請求項11】ステンレス鋼よりなるハウジングと、このハウジング内に配され、内部を腐食性流体が流れるステンレス鋼よりなる流体流路管と、

この流体流路管内に配され、ステンレス鋼よりなるインナーフィンとを備えた耐腐食性熱交換器において、前記流体流路管と前記インナーフィンとは、ニッケル-クロム-リンを含有するろう材層を介してろう付け接合されていることを特徴とする耐腐食性熱交換器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材または各第1、第2成形プレートのろう接合部間にニッケル系ろう材層を介在させた状態で、ニッケル系ろう材層の融点以上の温度で加熱して、各第1、第2接合部材をろう付け接合するようにしたろう接構造のろう接合方法に関するもので、特に一体ろう付けにより製造されて、各第1、第2接合部材または各第1、第2成形プレートのろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器の製造方法に係わる。

【0002】

【従来の技術】従来より、排気ガスの一部を排気系から取り出し、再びエンジンの吸気系に戻し、混合気に加える排気再循環装置用の排気再循環ガス（EGRガス）を冷却する排ガス熱交換器は、硫化物を含む高温（約400℃以上）のEGRガスおよびその凝縮水に晒されるので、一般的に、高い耐食性が要求される。このため、排ガス熱交換器は、特開平9-310995号公報や意匠登録第1021832号公報に示されているように、耐食性、耐熱性に優れたステンレス鋼を使用した多管式の耐腐食性熱交換器（図11参照）100が一般的である。

【0003】そのステンレス鋼の接合には、耐熱性、耐食性を考慮し、JISに規定されているニッケルろう材、あるいはその改良品が用いられている。このニッケルろう材は一般的な銅ろう材等に比べて非常に高価である。ニッケルろう材は粉末、ペースト状、箔の形で供給され、粉末、ペースト状の場合は必要箇所塗付され、箔の場合は置きろうされるが、ニッケルろう材箔はニッケルろう材の中でも高価で一般的にはペースト状で使用される。多管式の耐腐食性熱交換器100の場合、各部品を接合するためにろう材が必要な箇所は6部位程度であり、塗付面積（使用量）も少なく、高価なろう材を使用しても大幅なコストの上昇にはつながらない。ところで、小型化、高性能化を図るため、EGRガスと冷却水との熱交換面積を大きくとることが可能な耐腐食性熱交換器として、耐食性に優れたステンレス鋼製の第1、第2成形プレート間に、EGRガスが流れる流体流路管を備え、その流体流路管を複数積層して組み付けて一体ろう付け接合してなるプレート積層構造の耐腐食性熱交換器も研究、開発されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、プレート積層構造の耐腐食性熱交換器においては、隣接する2枚の第1、第2成形プレートのろう接合部間にペースト状のニッケルろう材を介在させるようにすると、ペースト状のニッケルろう材を塗付する箇所が非常に多いため、ニッケルろう材の塗付工程大および使用量大となり、大幅にコストが上昇するという問題が生じる。また、ニッケルろう材箔の場合、置きろう工程もさることながら、ニッケルろう材箔自身が非常に高価なため、ペースト状のニッケルろう材よりもコストが上昇するという問題が生じる。このように従来のニッケルろう材を利用したろう付け方法を使用すると、製品として成立しないレベルにまで達してしまう。

【0005】ここで、特開平11-148791号公報においては、鍍金層を両面に施した第1、第2流路プレートを複数積層してなる積層型熱交換器が記載されている。そして、各第1、第2流路プレートへの流路および貫通孔の加工はプレス加工により行われ、その表面にろう材に相当する鍍金処理が施されている。例えば、各プレートの材質がステンレスである場合には、鍍金としてはニッケルとリンを主成分としたものが使用される。そこで、JIS・Bni6に規定されているNi89-P11の組成に着目した。このろう材はペースト状で供給されているが、母材であるステンレスに鍍金することもできる。このように鍍金後のステンレスを加熱することでろう材として機能させることができる。ところが、①他のクロム入りのニッケル系ろう材に比べると若干耐食性が劣るという問題がある。また、②ろう付け条件（加熱温度・時間・冷却時間）によりろう材層に亀裂が生じることがある。

【0006】①の原因は、クロム自身が高耐食性材料であるためであり、ステンレスはこのクロムを含有しているので、高耐食性を示す。②の亀裂は、熔融したろう材が冷却される時に収縮して発生する。ろう材中には、ニッケルやリンや鉄（ステンレスから拡散）等が金属組織を作っている。亀裂はこの金属組織の界面で発生する。この金属組織が大きいと収縮時の歪みが大きくなり、金属組織の界面で亀裂を生じる。したがって、亀裂を生じさせなくするには、金属組織を微細化することが望ましい。そこで、本願発明者等は、一度の鍍金でニッケル-リン-クロム合金をプレート上に鍍金することを検討した。鍍金方法には、無電解鍍金、電解鍍金の2種類があるが、一般論として無電解鍍金：クロムイオンはニッケルイオンの析出反応を阻害するため、ニッケル、クロムとも鍍金を行うことが難しいと言われている。また、電解鍍金：クロムイオンとニッケルイオンでは、ニッケルイオンが20倍以上析出性が良いため、クロム鍍金を行うことが難しいと言われている。

【0007】

【発明の目的】本発明の目的は、高価なペースト状のニッケルろう材またはニッケルろう材箔を使用することなく、各第1、第2接合部材とをろう付け接合することにより、安価なろう接構造のろう接合方法を提供することにある。また、高価なペースト状のニッケルろう材またはニッケルろう材箔を使用することなく、流体流路管とインナーフィンとを、あるいは各第1、第2成形プレートとをろう付け接合することにより、安価な耐腐食性熱交換器の製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項1および請求項4に記載の発明によれば、ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材のろう接合部間に高耐食性材料であるクロムを含有したろう材層が形成されるので、耐食性に優れる。また、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を低減することができる。したがって、各第1、第2接合部材のろう接合部間に介在させるろう材層としてクロム鍍金およびニッケル-リン鍍金を利用することで、高価なペースト状のニッケルろう材またはニッケルろう材箔を使用する必要なく、各第1、第2接合部材をろう付け接合することができる。これにより、塗付工程または置きろう工程を廃止することができるので、安価なろう接構造のろう接合方法を提供することができる。

【0009】請求項2および請求項5に記載の発明によれば、ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材のろう接合部間に高耐食性材料であるクロムを含有したろう材層の上に銅鍍金を施すことで、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや銅や鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の

界面の亀裂の発生を防止することができる。

【0010】請求項3に記載の発明によれば、各第1、第2接合部材のうちの少なくとも一方の接合部材とは、内部を熱交換媒体が流れるステンレス鋼よりなるハウジング、あるいはこのハウジングの内部に配されるステンレス鋼よりなる流体流路管、あるいはこの流体流路管の内部に配されるステンレス鋼よりなるインナーフィン、あるいは流体流路管の一端部が接続されるステンレス鋼よりなるコアプレート、あるいはこのコアプレートとの間にタンク室を形成するステンレス鋼よりなるタンクプレートのうちいずれか1つ以上であることを特徴としている。

【0011】請求項6に記載の発明によれば、ステンレス鋼よりなる各第1、第2成形プレートのろう接合部が、腐食性流体が流れる腐食環境下に晒される耐腐食性熱交換器において、各第1、第2成形プレートのろう接合部間に高耐食性材料であるクロムを含有したろう材層が形成されるので、耐食性に優れる。また、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を低減することができる。したがって、請求項4に記載の発明と同様な効果を達成できるので、安価な耐腐食性熱交換器の製造方法を提供することができる。

【0012】請求項7に記載の発明によれば、ステンレス鋼よりなる各第1、第2成形プレートのろう接合部間に高耐食性材料であるクロムを含有したろう材層の上に銅鍍金を施すことで、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや銅や鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を防止することができる。

【0013】請求項8に記載の発明によれば、ステンレス鋼よりなる各第1、第2接合部材のろう接合部間に、ニッケル-クロム-リンを含有するろう材層が介在しているので、耐食性に優れる。また、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を低減することができる。また、請求項9に記載の発明によれば、ろう材層は銅を含有することにより、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや銅や鉄（ステンレスから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を防止することができる。

【0014】請求項10および請求項11に記載の発明によれば、耐食性に優れるステンレス鋼よりなる複数枚の成形プレート、あるいはステンレス鋼よりなる流体流路管とステンレス鋼よりなるインナーフィンとが、ニッケル-クロム-リンを含有するろう材層を介してろう付け接合されていることにより、耐食性に優れる。また、そのろう材中でクロムやニッケルやリンや鉄（ステンレ

スから拡散）等よりなる金属組織の微細化を実現できるので、金属組織の界面の亀裂の発生を低減することができる。

【0015】

【発明の実施の形態】〔第1実施形態の構成〕図1ないし図6は本発明の第1実施形態を示したもので、図1は高耐腐食性熱交換器の全体構造を示した図である。

【0016】本実施形態の高耐腐食性熱交換器は、エンジンの冷却水とEGRガスを熱交換してEGRガスを冷却するEGRガスクーラで、硫化物、硝酸、硫酸、アンモニウムイオン、酢酸等を含む400℃以上のEGRガスおよびその凝縮水に晒されるので、耐食性に優れたステンレス鋼よりなる第1、第2成形プレート1、2を板厚方向に複数交互に積層してプレート積層構造の熱交換器を構成し、一体ろう付け接合することによって製造されている。

【0017】高耐腐食性熱交換器は、所定の部品形状に加工（プレス成形）されたステンレス鋼よりなる各第1、第2成形プレート（本発明の各第1、第2接合部材に相当する）1、2をその板厚方向（図1の上下方向）に複数交互に積層することによって、エンジン（図示せず）からのEGRガスが流れる排気通路（本発明の流体通路に相当する）4、およびエンジンの冷却水が流れる冷却水通路5を構成した積層体6である。これらは、図1において図示上下端部に所定の間隔を隔てて配設されたエンドプレート16、17間に設けられる。

【0018】なお、排気通路4は、図1において図示上端面が凹形状（図示下端面が凸形状）の第1成形プレート1と図1において図示下端面が凹形状（図示上端面が凸形状）の第2成形プレート2とをそれらの板厚方向に張り合わせた状態で、少なくとも図示右端部（接合部）をろう付け接合する（本例では図示前端部および図示後端部もろう付け接合する）ことにより構成される流体流路管（チューブ）3の内部に形成されている。そして、流体流路管3内には、EGRガスとの接触面積を増大させてEGRガスと冷却水との熱交換を促進するステンレス鋼よりなるインナーフィン7が配設されている。すなわち、排気通路4は、図示上下方向（板厚方向）に各第1、第2成形プレート1、2間にそれぞれ形成される。

【0019】また、高耐腐食性熱交換器の上部には、複数の排気通路4に連通する入口側タンク部8に連通するEGRガスの流入口9が形成されたガス入口管10、および複数の排気通路4に連通する出口側タンク部（図示せず）に連通する熱交換を終えたEGRガスの流出口（図示せず）が形成されたガス出口管11が接続されている。そして、冷却水通路5は、図1において図示上端面が凹形状の第2成形プレート2と図1において図示下端面が凹形状の第1成形プレート1とをそれらの板厚方向に張り合わせた状態で、少なくとも図示左端部（接合部）をろう付け接合する（本例では図示前端部および図

示後端部もろう付け接合する）ことにより構成される冷却水流路管（チューブ）18の内部に形成されている。すなわち、冷却水通路5は、図示上下方向（板厚方向）に隣接する一対の第2、第1成形プレート2、1間に形成される。また、高耐腐食性熱交換器の上部には、複数の冷却水通路5に連通する入口側タンク部12に連通する冷却水の流入口13が形成された冷却水入口管14、および複数の冷却水通路5に連通する出口側タンク部（図示せず）に連通する冷却水の流出口（図示せず）が形成された冷却水出口管15が接続されている。

【0020】〔第1実施形態の製造方法〕次に、本実施形態の高耐腐食性熱交換器の製造方法を図1ないし図3に基づいて簡単に説明する。ここで、図2はCr鍍金、Ni-P鍍金を施した第1、第2成形プレートの接合部を示した模式図である。

【0021】ここで、ステンレス鋼の表面は、一般的に、薄く強靱な酸化被膜が存在しているため、普通の酸処理および活性化処理だけでは密着の良好な鍍金が得難い。また、その酸化被膜を除去した後に速やかに鍍金する必要がある。そこで、ステンレス鋼の前処理として、ステンレス鋼に予備洗浄→水洗→電解洗浄→水洗の工程をとることが望ましい。ここで、ステンレス鋼としては、張り合わせることで流体流路管3の形状となるように加工された各第1、第2成形プレート（母材）1、2が使用される。そして、各第1、第2成形プレート1、2の板厚は、0.2～0.4mmあるいは1.2～1.6mmである。また、各第1、第2成形プレート1、2の材質として、クロム鋼のフェライト（ α 鉄）系、ニッケルクロム鋼のオーステナイト（ γ 鉄）系のステンレス鋼が使用される。

【0022】次に、各第1、第2成形プレート1、2の両端面に鍍金厚が15 μ mの電気クロム鍍金（Cr鍍金）を施す。Cr鍍金は、クロム酸200～250g/l、クロム酸：硫酸＝100：1の所謂サージェント溶液を用い、45～55℃、10～60A/dm²で行われる。例えば各第1、第2成形プレート1、2を、それぞれストレート電流（正規電流）を通ずるめっき槽に入槽してから適当な時間を保ち、各第1、第2成形プレート1、2が加温されてから電着を開始する。

【0023】あるいは、クロム鍍金浴として、テトラクロメート浴、フッ素イオン添加浴、けいフッ酸イオン添加浴、クラックフリークロム鍍金浴またはマイクロクラック鍍金浴を用いても良い。このように、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にそれぞれCr鍍金を施すことにより、図2に示したように、各第1、第2成形プレート2の両端面にそれぞれクロムを主成分とするクロム系ろう材層（Cr）21を形成することができる（第1工程）。

【0024】次に、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にそれぞれ自己触媒鍍金反応により鍍金厚が35

μ mの化学ニッケル鍍金（Ni-P鍍金）を施す。ここで、Ni-P（リン）鍍金について述べる。Ni-P鍍金は、数十ミクロン以上の鍍金厚づけを目的とし、且つ高速度であることが要求されるので、90～100℃の高温で操作される。通常、半田付けの下地処理、耐食性の向上、摺動部の耐摩耗性の向上、工具等の機能部品への厚づけ鍍金などに利用されている。

【0025】このNi-P鍍金浴としては、次亜リン酸塩を還元剤とする次亜リン酸塩浴が使用される。このように、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にそれぞれNi-P鍍金を施すことにより、図2に示したように、各第1、第2成形プレート1、2の両端面に鍍金膜が10%のリンを含むNi-P合金のニッケル系ろう材層（Ni-P）22を形成することができる（第2工程）。

【0026】そして、図2および図3（a）に示したように、両端面にクロム系ろう材層21およびニッケル系ろう材層22が形成された各第1、第2成形プレート1、2の接合部同士を重ね合わせて、排気通路4内にインナーフィン7を配した流体流路管3を構成し、このような構造の流体流路管3を複数積層して積層体（プレート積層構造の熱交換器）6を形成する。そして、その積層体6の積層方向の両端面にエンドプレート16、17を重ね合わせ、各エンドプレート16、17の所定の場所にガス入口管10、ガス出口管11、冷却水入口管14および冷却水出口管15を組み付けて、プレート積層型組付体を形成する。

【0027】そして、真空炉等の加熱炉中で、プレート積層型組付体を一体ろう付け接合することによって、ステンレス鋼よりなる高耐腐食性熱交換器を製造する。すなわち、各第1、第2成形プレート1、2の間にクロム系ろう材層21およびニッケル系ろう材層22を介在させた状態で、ニッケル系ろう材層22の融点よりも高く、且つクロム系ろう材層21の融点よりも低いろう付け温度（1000～1050℃）で加熱し、ニッケル系ろう材を熔融させることで、各第1、第2成形プレート1、2のろう接合部に表面張力によってニッケル系ろう材が流れ込み、各第1、第2成形プレート1、2のろう接合部がろう付け接合される。したがって、各第1、第2成形プレート1、2を板厚方向に複数積層したプレート積層構造の熱交換器を一体ろう付け接合することによって、ステンレス鋼よりなる高耐腐食性熱交換器が製造される（第3工程）。

【0028】その結果、図3（b）に示したように、NiとCrとPが熔融することで、Ni-Cr28-P8—他の合金組成を含有するろう材（ニッケルクロムリン合金）31を得ることができる。このとき、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にNi-P鍍金を施す前にCr鍍金を施すことで、ろう材31中の金属組織の微細化が実現でき、ろう材強度と破壊靱性値が向上

し、金属組織の界面の亀裂の発生を低減することができる。なお、図4に示したように、ろう材の剥離強度は、Ni-10Pを1とした場合にCr量の増加と共に増加し、図5に示したように、ろう材の破壊靱性値も、Ni-10Pを1とした場合にCr量の増加と共に増加する。なお、ろう材層を融点以上の温度で加熱する際のろう付け温度、Cr鍍金の鍍金厚、Ni-P鍍金またはCu鍍金の鍍金厚を変化させることで、任意の合金組成を得ることができる。また、Ni-P鍍金は、電解Ni-P鍍金、無電解Ni-P鍍金どちらでも良い。また、P量は10%にこだわらず、1~20%の範囲で自由に変更できる。

【0029】〔第1実施形態の特徴〕以上のように、本実施形態においては、複数交互に積層された各第1、第2成形プレート1、2の両端面上に電気Cr鍍金、Ni-P鍍金を施すことで、高価なペースト状のニッケルろう材またはニッケルろう材箔を使用する必要はなく、塗付工程または置きろう工程を廃止することができる。これにより、ステンレス鋼製のEGRガスクーラとして働くプレート積層構造の高耐腐食性熱交換器の製造価格を低減する（コストダウン）ことができる。

【0030】ここで、他の実施形態として、図6(a)に示したように、各第1、第2成形プレート1、2の両端面上に電気Cr鍍金を施し（第1工程）、更にNi-P鍍金を施し（第2工程）た後に、電解または無電解Cu鍍金を施す（第3工程）。また、電解または無電解Cu鍍金は、シアン化銅鍍金浴または硫酸銅鍍金浴に入れて電着または自己触媒反応により行われる。例えばシアン化銅鍍金浴として、シアン化銅60g/l、シアン化ナトリウム70g/l、遊離シアン化ナトリウム5~15g/l、水酸化カリウム20g/lが用いられ、50~60℃、1~3A/dm²（空気攪拌）で銅鍍金が行われる。このような銅鍍金を行うことにより、各第1、第2成形プレート1、2の両端面上にクロム系ろう材層（Cr）21およびニッケル系ろう材層（Ni-P）22の表面に、電解または無電解Cu鍍金されたCu系ろう材層（Cu）23が得られる。

【0031】次に、各第1、第2成形プレート1、2間にろう材層21~23を介在させた状態で、ろう材層21~23の融点以上のろう付け温度（1000~1050℃）で加熱溶融させることにより、各第1、第2成形プレート1、2がろう付け接合される。その結果、図6(b)に示したように、NiとCrとPとCuが溶融することで、Ni-Cr17-P10-Cu9-他の合金組成を含有するろう材（ニッケル-クロム-リン-銅合金）32を得ることができる。このように、各第1、第2成形プレート1、2の両端面上にNi-P鍍金を施した後にCu鍍金を施すことで、ろう材32中の金属組織の微細化も実現でき、金属組織の界面での亀裂の発生を防止できるという効果を得ることができる。なお、ろう材

層を融点以上の温度で加熱する際のろう付け温度、Cr鍍金の鍍金厚、Ni-P鍍金またはCu鍍金の鍍金厚を変化させることで、任意の合金組成を得ることができる。また、Ni-P鍍金は電解、無電解どちらでも良い。また、P量は10%にこだわらず、1~20%の範囲で自由に変更できる。

【0032】〔第2実施形態〕図7ないし図10は本発明の第2実施形態を示したもので、図7は多管式の耐腐食性熱交換器を示した図で、図8は楕円状チューブとインナーフィンを示した図で、図9は矩形状チューブとインナーフィンを示した図である。

【0033】本実施形態の多管式の耐腐食性熱交換器は、エンジンの冷却水とEGRガスとを熱交換してEGRガスを冷却するEGRガスクーラで、内部をエンジンの冷却水（本発明の熱交換媒体に相当する）が流れるハウジング41と、このハウジング41の内部に配されて、内部をEGRガス（本発明の腐食性流体に相当する）が流れるステンレス鋼よりなる楕円状チューブ42と、この楕円状チューブ42の内部に配されるインナーフィン43とから構成され、一体ろう付け接合することによって製造される。

【0034】ハウジング41は、ステンレス鋼をプレス成形する等して矩形筒状に一体成形されおり、内部に冷却水を供給するための入口パイプ44、および内部から冷却水を排出するための出口パイプ（図示せず）が設けられている。そして、ハウジング41の筒方向の一端部には、容器形状の第1タンクプレート45がろう付け接合されており、また、ハウジング41の筒方向の他端部には、容器形状の第2タンクプレート（図示せず）がろう付け接合されている。そして、第1タンクプレート45の天井部には、ハウジング41内にEGRガスを供給するガス入口管（図示せず）が接続される継手部（フランジ）46が接合されており、また、第2タンクプレートの天井部には、ハウジング41内からEGRガスを排出するガス出口管（図示せず）が接続される継手部（ジョイント）が接合されている。

【0035】楕円状チューブ42は、本発明の流体流路管に相当するもので、ハウジング41内に形成される冷却水通路（流体通路）47に、図示上下方向に等間隔で積層されている。そして、楕円状チューブ42の一端部は、第1タンクプレート45を伴って第1ヘッダを構成する第1コアプレート48の各長穴49内に差し込まれた状態でろう付け接合されている。また、楕円状チューブ42の他端部は、第2タンクプレートを伴って第2ヘッダを構成する第2コアプレートの各長穴内に差し込まれた状態でろう付け接合されている。ここで、流体流路管として矩形状チューブ50を用いても良く、また、流体流路管を複数の部品により構成しても良い。また、本実施形態では、流体流路管は1列であるが、2列等の複数配置としても良い。

【0036】インナーフィン43は、楕円状または矩形形状チューブ42、50内に形成される流体通路を複数の流体通路に区画形成し、熱交換面積増大と熱伝達率向上により、冷却水とEGRガスとの熱交換性能を向上させるものである。各インナーフィン43は、図10に示したように、薄いステンレス鋼板よりなり略波形状に一体成形されており、天壁部51、この天壁部51の図示右端より略直交する方向（図示下方向）に折り曲げられた側壁部52、この側壁部52の図示下端より略直交する方向（図示右方向）に折り曲げられた底壁部53、この底壁部53の図示右端より略直交する方向（図示上方向）に折り曲げられた側壁部54を有している。

【0037】本実施形態では、ハウジング（本発明の第1接合部材に相当する）41と第1、第2コアプレート（本発明の第2接合部材に相当する）48とのろう接合部、ハウジング（本発明の第1接合部材に相当する）41と第1、第2タンクプレート（本発明の第2接合部材に相当する）45とのろう接合部、第1、第2コアプレート（本発明の第1接合部材に相当する）48と第1、第2タンクプレート（本発明の第2接合部材に相当する）45とのろう接合部、楕円状または矩形形状チューブ（本発明の第1接合部材に相当する）42、50と第1、第2コアプレート（本発明の第2接合部材に相当する）48とのろう接合部、楕円状または矩形形状チューブ（本発明の第1接合部材に相当する）42、50とインナーフィン（本発明の第2接合部材に相当する）43とのろう接合部の両面または片面に、第1実施形態と同様に、電気Cr鍍金、Ni-P鍍金を施す。

【0038】そして、各第1、第2接合部材のろう接合部間にクロム系ろう材層21およびニッケル系ろう材層22を介在させた状態で、ニッケル系ろう材層22の融点よりも高く、且つクロム系ろう材層21の融点よりも低いろう付け温度（1000～1050℃）で加熱し、ニッケル系ろう材を溶融させ、各第1、第2接合部材のろう接合部間にニッケル系ろう材を流れ込ませて一体ろう付け接合することによって、ステンレス鋼よりなる多管式の耐腐食性熱交換器が製造される。また、他の実施形態として、各第1、第2接合部材のろう接合部の両面または片面に電気Cr鍍金を施し、更にNi-P鍍金を施した後に、電解または無電解Cu鍍金を施しても良い。

【0039】これらのうち第1、第2コアプレート48と第1、第2タンクプレート45との接合には、ペースト状のニッケルろう材を塗付しても良い。また、各接合部品のろう接合部の両面または片面に鍍金を施しても、片方にCr鍍金、Ni-P鍍金を施しても良い。例えば多管式の耐腐食性熱交換器のコア部においては、楕円状または矩形形状チューブ42、50の両面または片面にのみCr鍍金、Ni-P鍍金を施しても良く、インナーフィン43の両面または片面にのみ鍍金を施しても良く、

第1、第2コアプレート48の両面または片面にのみCr鍍金、Ni-P鍍金を施しても良い。

【0040】また、楕円状または矩形形状チューブ42、50を2分割してそれぞれのチューブ部品の両面または片面にCr鍍金、Ni-P鍍金を施してろう付け接合によって楕円状または矩形形状チューブ42、50を構成しても良い。この場合には、インナーフィン43にCr鍍金、Ni-P鍍金を施さなくても、楕円状または矩形形状チューブ42、50とインナーフィン43とをろう付け接合できると共に、楕円状または矩形形状チューブ42、50と第1、第2コアプレート48とをろう付け接合できる。

【0041】〔他の実施形態〕本実施形態では、高耐腐食性熱交換器の流体流路管3を構成する各第1、第2成形プレート1、2の部品形状への加工後にNi系鍍金を行うようにしているが、部品加工前の素材（母材）にNi-P鍍金を行った後に、部品形状に加工しても良い。また、本実施形態では、各第1、第2成形プレート1、2等の各第1、第2接合部材の両端面（両面）上にCr鍍金、Ni-P鍍金、あるいはCr鍍金、Ni-P鍍金、電解または無電解Cu鍍金を施したが、各第1、第2成形プレート1、2等の各第1、第2接合部材のいずれか一方の接合部材の両端面（両面）または片端面（片面）上にCr鍍金、Ni-P鍍金、あるいはCr鍍金、Ni-P鍍金、電解または無電解Cu鍍金を施しても良い。また、各第1、第2成形プレート1、2等の各第1、第2接合部材のろう接合部のうち少なくとも一方の接合部材のろう接合部のみにCr鍍金、Ni-P鍍金、あるいはCr鍍金、Ni-P鍍金、電解または無電解Cu鍍金を施しても良い。

【0042】本実施形態では、各第1、第2成形プレート1、2の両端面にNi-P鍍金を行っているが、各第1、第2成形プレート1、2のうちの少なくとも一方の成形プレートの片端面にNi-P鍍金を行うようにしても良い。なお、ステンレス鋼よりなるインナーフィン7の片端面または両端面にNi-P鍍金を行うようにしても良い。このように、Niをベースに様々な元素を鍍金（鍍金は複数層も可）し、ろう付けすることで、耐食性に優れた金属層（合金層）を得ることができる。ろう材層、鍍金層としては例えば無電解Ni系合金鍍金：Ni-P-W、Ni-P-Cu、Ni-P-Cr、Ni-P-Co等がある。これらを融点により組み合わせるとNi合金を得る。また、本発明を、高耐腐食性熱交換器等の熱交換器だけに限らず、第1、第2板状部材同士のろう付け接合、第1、第2管状部材同士のろう付け接合、板状部材と管状部材同士のろう付け接合、第1接合部材と第2接合部材とが十字状や×状に交差するもの同士のろう付け接合、第1接合部材の貫通孔内に第2接合部材が差し込まれる場合の各第1、第2接合部材同士のろう付け接合等に用いても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】プレート積層構造の高耐腐食性熱交換器の全体構造を示した断面図である（第1実施形態）。

【図2】Cr鍍金、Ni-P鍍金を施した各第1、第2成形プレートの接合部を示した模式図である（第1実施形態）。

【図3】（a）はCr鍍金、Ni-P鍍金を施した各第1、第2成形プレートを示した模式図で、（b）はNi-Cr-P合金層を得た各第1、第2成形プレートを示した模式図である（第1実施形態）。

【図4】Ni量の違いによるろう材の剥離強度の比較結果を示したグラフである（第1実施形態）。

【図5】Ni量の違いによるろう材の破壊靱性値の比較結果を示したグラフである（第1実施形態）。

【図6】（a）はCr鍍金、Ni-P鍍金、Cu鍍金を施した各第1、第2成形プレートを示した模式図で、（b）はNi-Cr-P-Cu合金層を得た各第1、第2成形プレートを示した模式図である（第1実施形態）。

【図7】多管式の高耐腐食性熱交換器の主要構造を示した分解図である（第2実施形態）。

【図8】楕円状チューブとインナーフィンを示した斜視図である（第2実施形態）。

【図9】矩形状チューブとインナーフィンを示した斜視図である（第2実施形態）。

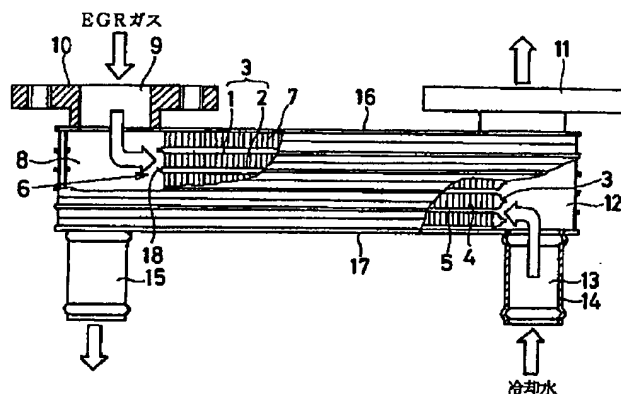
【図10】インナーフィンを示した斜視図である（第2実施形態）。

【図11】多管式の耐腐食性熱交換器を示した断面図である（従来の技術）。

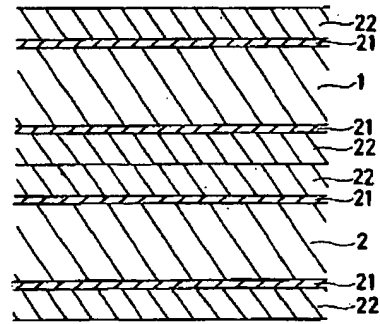
【符号の説明】

- 1 第1成形プレート（第1接合部材、ステンレス鋼、母材）
- 2 第2成形プレート（第2接合部材、ステンレス鋼、母材）
- 3 流体流路管
- 4 排気通路（流体通路）
- 21 ろう材層（Cr鍍金）
- 22 ろう材層（Ni-P鍍金）
- 23 ろう材層（Cu鍍金）
- 31 ろう材（Ni-Cr-P-他の合金組成）
- 32 ろう材（Ni-Cr-P-Cu-他の合金組成）
- 41 ハウジング
- 42 楕円状チューブ（流体流路管）
- 43 インナーフィン
- 50 矩形状チューブ（流体流路管）

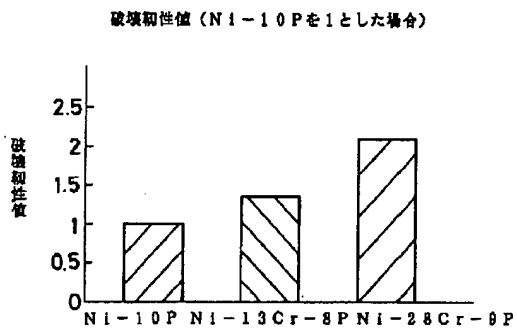
【図1】



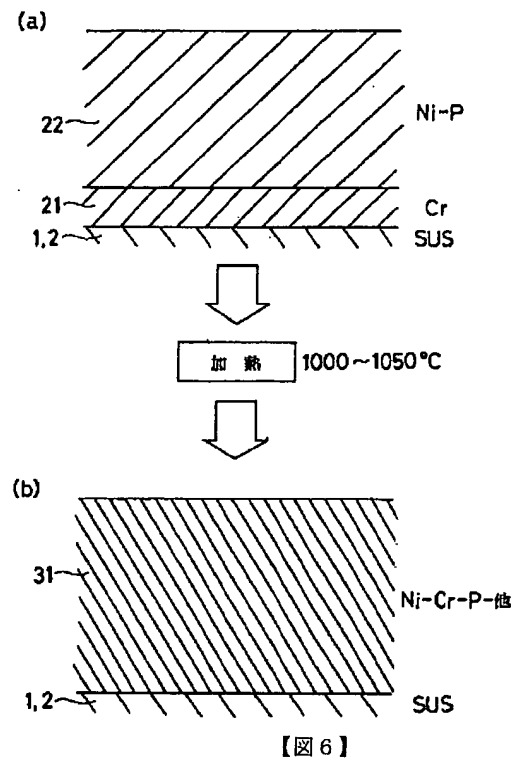
【図2】



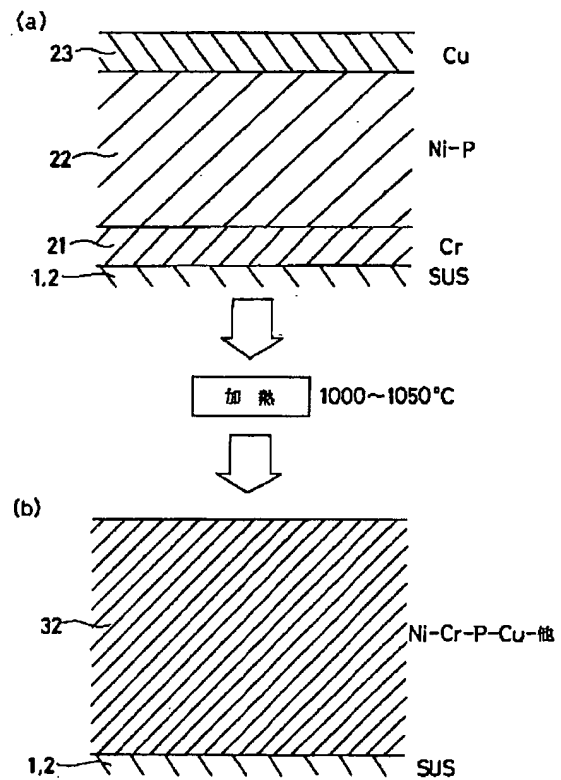
【図5】



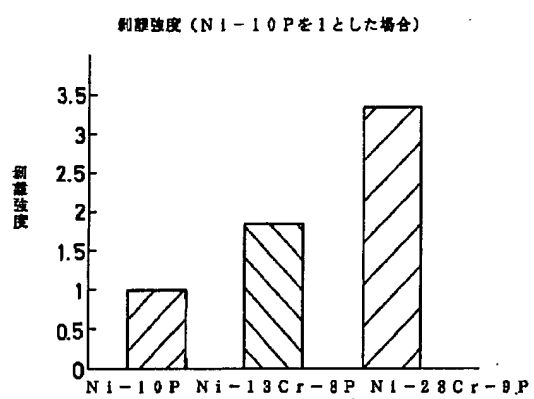
【図3】



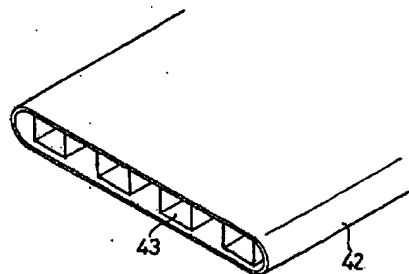
【図6】



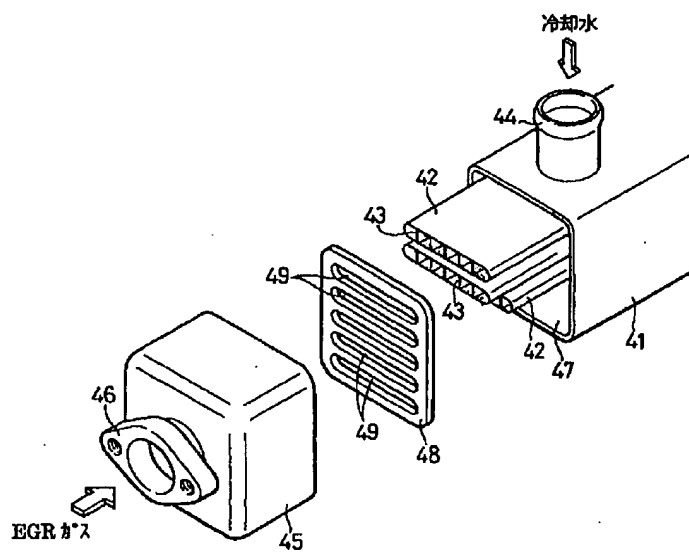
【図4】



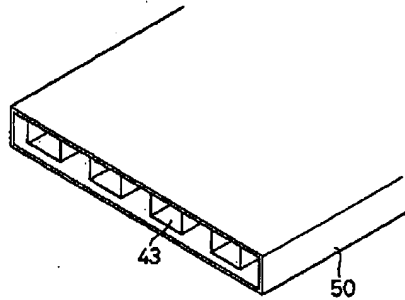
【図8】



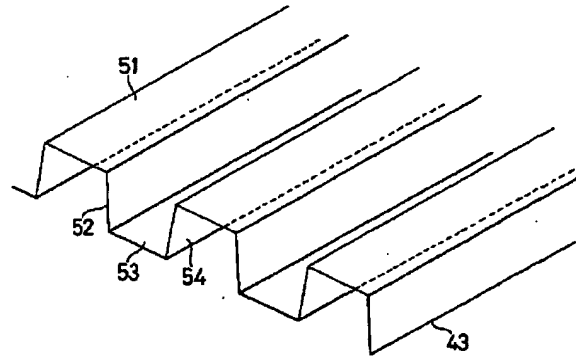
【図7】



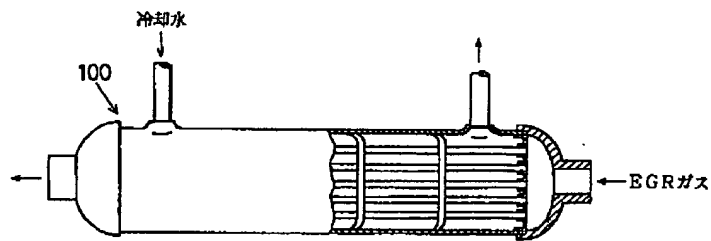
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51)Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
// B 2 3 K 35/30	3 1 0	B 2 3 K 35/30	3 1 0 D
35/32	3 1 0	35/32	3 1 0 C
B 2 3 K 101:14		B 2 3 K 101:14	3 1 0 C

(72)発明者 大林 伸吉
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(72)発明者 梶川 俊二
愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

Fターム(参考) 3L103 AA01 AA12 BB17 CC02 CC27
DD08 DD15 DD34 DD42 DD44
DD54 DD55 DD62 DD99